



## KOEFISIEN TRANSFER MASSA KURKUMIN DARI TEMULAWAK

Ayndri Nico Prayudo<sup>1)</sup>, Okky Novian<sup>1)</sup>, Setyadi<sup>2)</sup>, Antaresti<sup>2)</sup>

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Kalijudan no 37  
Surabaya

E-mail: [leviatan\\_burn@yahoo.com](mailto:leviatan_burn@yahoo.com)

### ABSTRAK

*Temulawak merupakan tanaman asli Indonesia yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan tubuh disebabkan karena memiliki kandungan kurkumin yang berwarna kuning yang ada. Kurkumin dapat dipisahkan dari temulawak dengan metode ekstraksi padat-cair (leaching). Waktu ekstraksi diantaranya dipengaruhi oleh harga koefisien perpindahan massa. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mencari harga koefisien perpindahan massa yang dicari dengan melakukan pendekatan dengan persamaan dengan penelitian yang memakai bahan baku lain. Selanjutnya penelitian ini dilakukan dengan variasi kecepatan pengadukan dan ukuran partikel temulawak. Hasil ekstrak dianalisa secara kualitatif dengan menggunakan TLC (thin layer chromatograph) dan secara kuantitatif dengan menggunakan densitometri. Hasil penelitian yang diperoleh dinyatakan dengan persamaan  $N_{sh} = 1,1605 \cdot N_{Re}^{0,4211}$ . Bila harga koefisien perpindahan massa yang diperoleh dibandingkan dengan penelitian dari bahan lain, maka penelitian ekstraksi minyak atsiri dari kayu manis yang paling sesuai. Berikut ini adalah persamaan ekstraksi minyak atsiri dari kayu manis  $N_{Sh} = 4,8136 \cdot 10^{-3} N_{Re}^{0,6716}$*

**Kata kunci:** ekstraksi, koefisien transfer massa(kc), persamaan Dittoes-Boelter

### I. Pendahuluan

Berdasarkan hasil analisa ekonomi pemasaran bahwa permintaan pasar terhadap bahan baku obat maupun suplemen sangat meningkat. Hal ini diperkuat dengan banyaknya produksi obat-obatan maupun suplemen secara sintetik dengan penggunaan bahan kimia. Temulawak merupakan salah satu tanaman asli Indonesia yang banyak manfaatnya bagi kesehatan. Manfaat dari senyawa kurkumin dalam temulawak ini meningkatkan nafsu makan, menyembuhkan hepatitis B bahkan penyakit liver. Kurkumin dalam temulawak dapat diambil dengan cara ekstraksi.

Ekstraksi secara umum merupakan suatu proses pemisahan zat aktif dari suatu padatan maupun cairan dengan menggunakan bantuan pelarut. Ekstraksi padat-cair (*leaching*) adalah proses pemisahan zat yang dapat melarut (solut) dari suatu campurannya dengan padatan yang tidak dapat larut (*inert*) dengan menggunakan pelarut cair. Proses yang terjadi didalam *leaching* ini biasanya disebut juga dengan difusi. Prinsip proses ekstraksi yaitu: Pelarut ditransfer dari *bulk* menuju ke permukaan. Pelarut menembus masuk atau terjadi difusi massa pelarut pada permukaan padatan *inert* ke dalam pori padatan. (*intraparticle diffusion*). Zat terlarut (solut) yang ada dalam padatan larut kedalam pelarut lalu karena adanya perbedaan konsentrasi. Campuran solut dalam pelarut berdifusi keluar dari permukaan padatan *inert*. Selanjutnya, zat terlarut (solut) keluar dari pori padatan *inert* dan bercampur dengan pelarut yang ada pada luar padatan.

Dalam proses ekstraksi, beberapa macam faktor yang ikut menentukan nilai koefisien transfer massa adalah kecepatan putaran pengadukan, ukuran partikel, suhu, dan sifat fisis padatan. Nilai koefisien transfer massa ikut bertujuan untuk menentukan kecepatan difusi dari sebuah zat yang terlarut kedalam pelarut. Meskipun *leaching* banyak diaplikasikan didalam dunia industri terutama produk farmasi, namun sampai saat ini belum banyak penelitian yang berkaitan dengan proses ekstraksi yang optimum, oleh karena itu perlu penelitian yang meninjau tentang koefisien transfer massa agar dalam pemakaiannya proses ekstraksi dapat berjalan secara optimum. Persamaan koefisien perpindahan massa sering dinyatakan dengan persamaan Dittoes-Boelter.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan cara yang paling baik guna menentukan koefisien transfer massa(kc) melalui alat yang dihasilkan dari berbagai persamaan yang ada di literatur. Cara yang dilakukan adalah dengan menghitung koefisien transfer massa dengan menggunakan beberapa metode yang ada dalam literatur, lalu hasil perhitungan tersebut dibandingkan dengan koefisien transfer massa yang diperoleh dari percobaan di laboratorium.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### II.1. Temulawak

Temulawak merupakan salah satu tumbuhan obat asli Indonesia yang digunakan untuk menjaga kesehatan dan pengobatan secara tradisional. Bagi sebagian masyarakat Indonesia temulawak digunakan sebagai bahan baku pembuatan obat tradisional diantaranya bermanfaat mengobati diare, batu ginjal, hepatitis B, inflamasi (pembengkakan) dan masih banyak lainnya. Menurut (Afifah E, 2003), rimpang temulawak mengandung zat kimia berupa kurkuminoid, minyak atsiri, pati, protein, lemak, zat warna pigmen, selulosa dan mineral. Komponen-komponen tersebut memiliki kegunaan dan khasiat, tabel berikut ini menunjukkan manfaat dari kandungan zat dalam temulawak :

**Tabel 1. Zat yang Terkandung dalam Temulawak**

Kandungan kimia	Manfaat
Zat tepung	Meningkatan kerja ginjal
Kurkumin	Antiinflamasi, Antioksidan, Antikanker, Antibakteri
Minyak Atsiri	Antihepatotoksik
Turmerol	Meningkatkan nafsu makan, obat jerawat

### II.2. Ekstraksi

Ekstraksi secara umum merupakan suatu proses pemisahan zat aktif dari suatu padatan maupun cairan dengan menggunakan bantuan pelarut. Pemilihan pelarut diperlukan dalam proses ekstraksi, karena pelarut yang digunakan harus dapat memisahkan atau mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan zat-zat lainnya yang tidak diinginkan. Proses yang terjadi didalam ekstraksi padat-cair (*leaching*) ini biasanya disebut dengan difusi. Beberapa faktor yang sangat berpengaruh terhadap kecepatan difusi pada proses *leaching*, adalah :

1. Ukuran partikel dimana pengaruh ukuran partikel yang semakin kecil maka memperluas kontak antara permukaan padatan *inert* dengan pelarut dan semakin pendek jarak difusi antara solut dengan *solvent* sehingga kecepatan ekstraksi akan semakin tinggi.
2. Kecepatan pengadukan semakin laju pengadukan yang digunakan dalam proses ekstraksi, maka partikel akan terdistribusi dalam luas permukaan kontak akan lebih luas terhadap pelarut. Selain itu, kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap suspensi partikel yang dapat mencegah terjadinya pengendapan bahan-bahan yang akan di ekstrak.
3. Waktu ekstraksi merupakan salah satu faktor penentu kecepatan difusi dari sebuah proses ekstraksi padat-cair (*leaching*). Tetapi, penambahan waktu yang terlalu banyak tidak sebanding dengan perolehan *yield* yang diperoleh. Oleh karena itu, dalam ekstraksi diperlukan optimasi waktu agar proses ekstraksi berjalan secara optimal.
4. Kelarutan sebuah zat aktif dalam padatan *inert* akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu pelarut. Koefisien difusi akan bertambah tinggi seiring dengan kenaikan suhu sehingga meningkatkan laju ekstraksi.
5. Semakin banyak pelarut yang digunakan maka kecepatan difusi suatu zat meningkat dan menyebabkan hasil perolehan *yield* semakin besar. Tetapi tidak ekonomis jika kuantitas pelarut yang digunakan terlalu banyak. Dalam pemilihan jenis pelarut perlu menjadi beberapa faktor seperti selektivitas pelarut, perbedaan titik didih antara pelarut dengan zat akan diekstrak, dan reaktifitas.

### II.3. Kurkumin

Kurkumin merupakan salah satu golongan yang mendominasi dari turunan yang ada dalam kurkuminoid. Kurkumin memiliki rumus molekul kimia  $C_{21}H_{20}O_6$ , mempunyai berat molekul sebesar 368 g/gmol. Kurkumin mempunyai aroma yang khas dan tidak bersifat toksik bila dikonsumsi oleh manusia. Jumlah kurkumin yang aman dikonsumsi oleh manusia adalah 100 mg/hari (Rosmawani dkk, 2007)(Rahayu, 2010). Rumus struktur kurkumin adalah sebagai berikut:

**Gambar 1.** Rumus Struktur Kurkumin**III. Landasan Teori**

Difusi adalah peristiwa berpindahnya suatu zat dalam pelarut dari bagian yang memiliki konsentrasi tinggi ke bagian yang berkonsentrasi rendah. Bila difusi dalam padatan lebih cepat dibanding difusi dari partikel ke larutan, maka laju perpindahan solut A dalam larutan dengan volume (V) dengan satuan m<sup>3</sup> adalah

$$\frac{N_A}{A} = K_c (C_{AS} - C_A) \dots \dots \dots (1)$$

$$N_A = K_c A (C_{AS} - C_A) \dots \dots \dots (2)$$

$N_A$  = kgmol A yang larut dalam larutan

$A$  = luas permukaan partikel (cm<sup>2</sup>)

$K_c$  = koefisien perpindahan massa ( $\frac{\text{cm}}{\text{detik}}$ )

$C_A$  = konsentrasi A dalam larutan pada waktu t detik ( $\frac{\text{gmol}}{\text{cm}^3}$ )

$C_{AS}$  = kelarutan jenuh solut A padat dalam larutan ( $\frac{\text{gmol}}{\text{cm}^3}$ )

Neraca massa, zat A yang masuk dalam larutan dapat dinyatakan :

Zat A yang keluar dari padatan ke cairan = berkurangnya Zat A dalam padatan

$$N_A = \frac{d(C_A \cdot V)}{dt} \dots \dots \dots (3)$$

Disubstitusikan persamaan II.6 ke dalam persamaan II.7 dan diturunkan  $\frac{d(C_A \cdot V)}{dt}$  akan menjadi seperti berikut :

$$K_c A (C_{AS} - C_A) = V \frac{d(C_A)}{dt} + C_A \frac{dV}{dt} \dots \dots (4)$$

Dianggap tidak ada perubahan volume terhadap waktu,  $\frac{dV}{dt} = 0$ . Konsentrasi kurkuminoid dalam padatan akan mencapai kesetimbangan pada waktu t

$$K_c A (C_{AS} - C_A) = V \frac{d(C_A)}{dt} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana,

$V$  = Volume Filtrat (m<sup>3</sup>)

Integrasi persamaan (II.3) dari t=0 dan  $C_A$  dan  $C_{A0}$  sampai t=t dan  $C_A = C_A$  adalah:

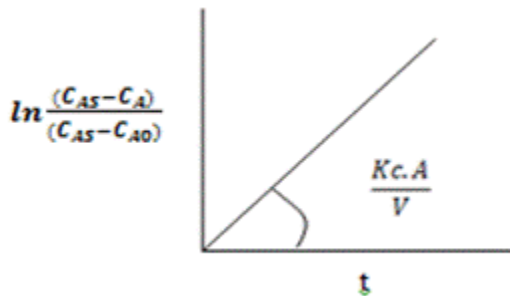
$$\int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_{AS} - C_A} = \frac{AK_c}{V} \int_{t=0}^{t=t} dt \dots \dots \dots (6)$$

$$\ln(C_{AS} - C_A) - \ln(C_{AS} - C_{A0}) = \frac{K_c A}{V} (t - 0) \dots \dots \dots (7)$$

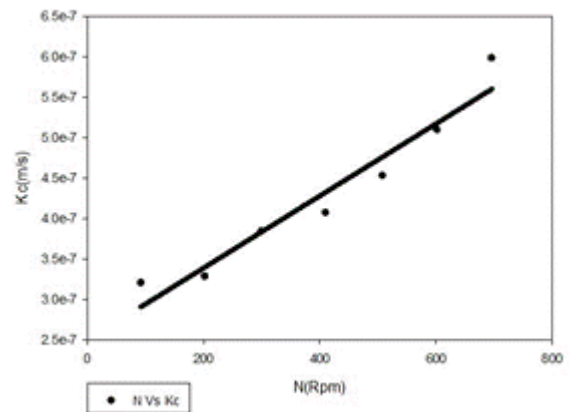
$$\ln \frac{(C_{AS} - C_A)}{(C_{AS} - C_{A0})} = \frac{K_c A}{V} t \dots \dots \dots (8)$$

**IV. Metode Penelitian**

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan sebagai berikut persiapan pembuatan bahan baku serbuk temulawak. Proses ekstraksi kurkuminoid dari serbuk temulawak dengan menggunakan metode *leaching*, dimana konsentrasi kurkumin yang didapatkan akan menjadi salah satu variabel ( $C_A$ ) yang digunakan dalam perhitungan. Analisa ekstrak dilakukan dengan cara kromatografi lapis tipis (KLT) untuk kualitatif dan densitometri untuk kuantitatif.



**Gambar 2.** Grafik Hubungan antara  $\ln \frac{(C_{A5}-C_A)}{(C_{A5}-C_{A0})}$  dengan t



**Gambar 3.** Hubungan antara Kecepatan Pengadukan (N) VS Koefisien Transfer Massa (Kc)

#### IV.1. Analisa data

Data-data hasil percobaan selanjutnya digunakan untuk menghitung koefisien transfer massa ( $K_c$ ), kemudian hasilnya digunakan untuk dibandingkan dengan persamaan Dittoes-Boelter pada persamaan diantaranya.

1. Persamaan penelitian “Ekstraksi Minyak Atsiri dari Kayu Manis”

Persamaan yang dipakai :

$$N_{Sh} = 4,8136 \cdot 10^{-3} N_{Re}^{0,6716}$$

2. Persamaan penelitian “Ekstraksi Minyak Nabati dari Biji Kapuk”

Persamaan yang dipakai :

$$N_{Sh} = 0,132 N_{Re}^{0,5004} \cdot N_{Sc}^{0,651} \cdot \left[\frac{db}{dp}\right]^{-0,541}$$

3. Persamaan penelitian “Ekstraksi Protein dari Biji Kecapir”

Persamaan yang dipakai :

$$N_{Sh} = 0,2774 \cdot N_{Re}^{0,6883} \cdot N_{Sc}^{0,323}$$

4. Persamaan penelitian “Ekstraksi Kalium dari Abu Batang Pisang”

Persamaan yang dipakai :

$$N_{Sh} = 0,7951 \cdot N_{Re}^{0,0383} \cdot N_{Sc}^{4,0188 \cdot 10^{-1}}$$

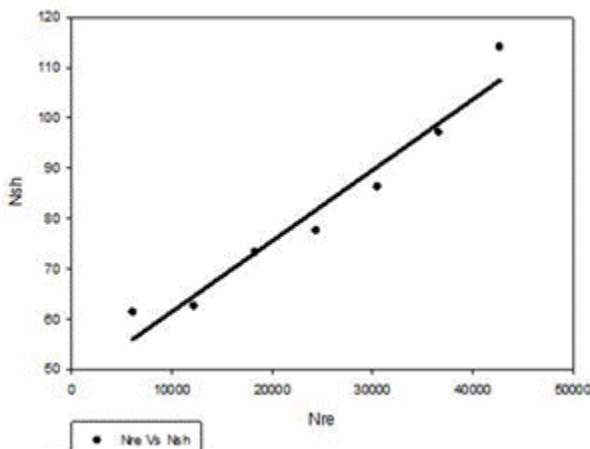
5. Persamaan Dittoes-Boelter “Ekstraksi Kurkumin dari Temulawak”

Persamaan adalah :

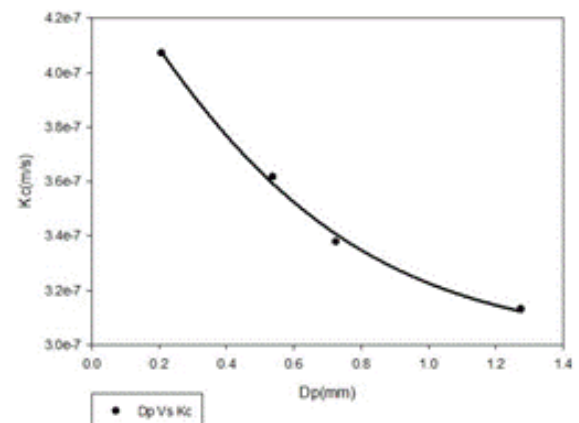
$$N_{Sh} = 1,1605 \cdot N_{Re}^{0,4211}$$

#### V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

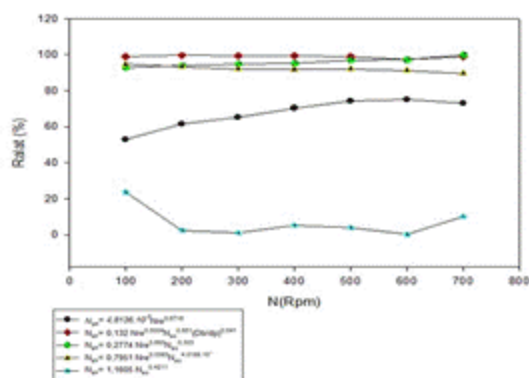
Data hasil percobaan yang berupa Kecepatan pengadukan (N) vs Koefisien transfer massa ( $K_c$ ) dinyatakan dengan grafik yang disajikan pada Gambar 3 sampai Gambar 5 Perbandingan dengan penelitian lain diberikan Gambar 6 dan Gambar 7.



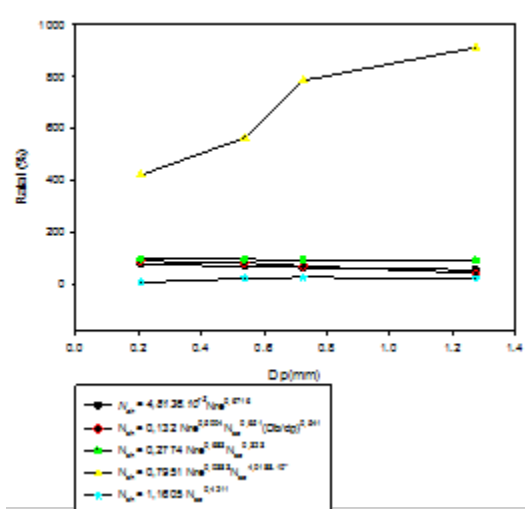
**Gambar 4.** Hubungan antara Bilangan Sherwood vs Bilangan Reynold



**Gambar 5.** Hubungan antara Ukuran Partikel ( $D_p$ ) VS Koefisien Transfer Massa ( $K_c$ )



**Gambar 6.** Hubungan antara Kecepatan Pengadukan(N) VS Ralat



**Gambar 7.** Hubungan antara Ukuran Partikel(Dp) VS Ralat

### V.1. Pembahasan

Pada percobaan dengan variasi kecepatan putar pengaduk, nilai koefisien transfer massa ( $K_c$ ) akan semakin besar seiring dengan peningkatan aliran proses. Hal ini, diakibatkan karena kontak antara serbuk temulawak dengan zat pelarut yang digunakan semakin cepat sehingga sifat aliran semakin turbulen. Akibatnya difusi zat aktif yang ada dalam temulawak cenderung lebih besar, sehingga mengakibatkan nilai koefisien perpindahan massa ( $K_c$ ) menjadi lebih besar. Pada kecepatan putaran pengadukan 92 rpm dan 202 rpm, kenaikan harga koefisien perpindahan massa ( $K_c$ ) sangat kecil. Hal ini disebabkan karena pengadukan masih terlalu pelan sehingga tahanan perpindahan massa pada butiran temulawak masih kecil sehingga menyebabkan nilai  $K_c$  yang naik tidak terlalu signifikan. Dengan naiknya nilai koefisien perpindahan massa ( $K_c$ ), maka waktu yang diperlukan untuk proses ekstraksi pun akan semakin cepat. Selain itu, kecepatan pengadukan dapat berpengaruh terhadap kecepatan kelarutan suatu zat ke dalam pelarut karena dengan semakin cepatnya aliran yang terjadi dalam suatu peristiwa ekstraksi, mengakibatkan partikel-partikel serbuk temulawak bertumbukan dengan pelarut. Semakin seringnya tumbukan yang terjadi, maka proses pelarutan suatu zat dalam proses ekstraksi menjadi semakin besar.

Bilangan reynolds dan bilangan sherwood merupakan bilangan yang tidak mempunyai dimensi tetapi dalam persamaan perpindahan massa saling berhubungan. Jenis aliran yang dipakai dalam suatu proses perpindahan massa berpengaruh terhadap harga difusivitas Eddy. Semakin tinggi kecepatan aliran akibat putaran pengaduk, maka semakin tinggi pula harga koefisien perpindahan massa ( $K_c$ ).

Pada percobaan dengan variasi ukuran partikel, koefisien transfer massa ( $K_c$ ) akan semakin tinggi. Dengan semakin kecilnya ukuran partikel, maka terjadinya pemecahan sel-sel dalam padatan temulawak semakin mudah. Hal ini berpengaruh terhadap jarak interfacial difusi kurkumin dari inti temulawak menuju ke permukaan temulawak. Selain itu, dengan semakin kecilnya ukuran partikel temulawak mengakibatkan semakin banyaknya permukaan temulawak yang berkontak langsung dengan solvent, akibatnya semakin tinggi kadar kurkumin yang dapat terlarut pada solvent.

Pada dasarnya untuk mengambil pendekatan persamaan Dittoes-Boelter peneliti lain dapat dilihat dari kemampuan solute dapat menembus dinding bahan baku sehingga koefisien transfer massa ( $K_c$ ) menjadi lebih cepat. Pertama untuk persamaan penelitian ekstraksi minyak atsiri dari kayu manis, ralat nilai  $K_c$  yang diberikan cenderung lebih kecil daripada persamaan lainnya. Hal ini disebabkan karena pada dasarnya kayu manis memiliki kandungan minyak atsiri yang sama dengan temulawak sehingga nilai koefisien transfer massa yang di hasilkan cukup mendekati. Tetapi ralat yang dihasilkan tidak cukup kecil karena kayu manis memiliki kulit ari yang juga dimasukan ke dalam proses ekstraksi, sedangkan temulawak yang diproses untuk ekstraksi adalah bagian daging saja. Tingkat kekerasan partikel sangat berpengaruh terhadap kecepatan transfer massa zat aktif menuju solvent. Untuk persamaan penelitian ekstraksi minyak atsiri dari kayu manis, pada gambar 6 dan gambar 7 menunjukkan bahwa harga ralat  $K_c$  kecil berarti pendekatan persamaan Dittoes-Boelter yang disediakan oleh penelitian ekstraksi minyak atsiri dari kayu manis dapat dipakai.

Sedangkan untuk persamaan penelitian ekstraksi minyak nabati dari biji kapuk menunjukkan nilai ralat  $K_c$  yang relatif lebih besar dibandingkan dari persamaan lainnya. Hal ini sangat berbanding terbalik dengan persamaan penelitian ekstraksi minyak atsiri dari kayu manis karena pada dasarnya komposisi kimia yang kandung oleh biji kapuk tidak memiliki kesamaan sama sekali. Selain itu, untuk tahanan film pada biji kapuk

lebih besar daripada temulawak karena struktur bahan yang memiliki tingkat kekerasan yang berbeda. Maka dari itu, nilai ralat Kcnya memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan persamaan lainnya. Biji kapuk mengandung banyak senyawa aktif salah satunya minyak nabati. Persentase minyak nabati dalam biji kapuk adalah sekitar 23,57% (Murni, 2012) dan sisanya adalah senyawa aktif lainnya. Nilai ralat Kc pada persamaan penelitian ekstraksi minyak nabati dari biji kapuk memiliki selisih yang sangat jauh bila dibanding dengan nilai ralat Kc actual.

Pada persamaan yang didapat dari penelitian ekstraksi protein dari biji kecipir dan ekstraksi kalium dari abu batang pisang juga menunjukkan nilai ralat Kc yang cukup besar. Pada kedua persamaan tersebut memakai bahan yang mempunyai teksur yang lunak, hal ini juga dapat digunakan sebagai salah satu faktor ralat nilai Kc relatif besar. Selain itu, juga ada beberapa faktor sifat fisis pada bahan baku yang sangat signifikan berbeda, maka dari itu nilai ralat Kc yang dihasilkan cukup besar. Persamaan yang dihasilkan dari penelitian ini tidak cocok digunakan sebagai persamaan pendekatan pada penelitian ekstraksi kurkumin dari temulawak.

Tetapi beda halnya dengan persamaan penelitian yang dilakukan di laboratorium hasilnya, menunjukkan bahwa nilai ralat Kc yang diberikan sangatlah kecil. Hal ini disebabkan oleh segala kesamaan baik secara struktur biologis, struktur zat kimia dan struktur fisika. Persamaan Dittoes-Boelter yang dihasilkan dapat dipakai sebagai ekspresi dari ekstraksi kurkumin dari temulawak. Nilai rata-rata ralat yang dihasilkan adalah 6,64%. Pada dasarnya nilai Kc dipengaruhi oleh gerakan molekul yang sangat erat hubungannya dengan dinamika aliran proses. Hal ini secara nyata dapat diperjelas dengan meningkatnya nilai Kc actual seiring dengan terjadi peningkatan kecepatan putar pengaduk. Hal-hal yang dapat mempengaruhi dinamika proses adalah kecepatan pengadukan, temperatur proses, diameter partikel dan juga diameter pengaduk.

## VI. Kesimpulan

- Semakin kecil ukuran partikel, maka harga koefisien perpindahan massa (Kc) semakin besar.
- Semakin besar kecepatan putaran pengadukan, maka harga koefisien perpindahan massa (Kc) semakin besar.
- Pendekatan persamaan yang paling cocok adalah persamaan penelitian ekstraksi minyak atsiri dari kayu manis.
- Persamaan Dittoes-Boelter yang dihasilkan dari percobaan ekstraksi kurkumin dari temulawak sebagai berikut:

$$N_{sh} = 1,1605 \cdot N_{re}^{0,4211}$$

## Daftar pustaka

- Afifah E, T.L. 2003. Khasiat dan Manfaat Temulawak Rimpang Penyembuh Aneka Penyakit. Jakarta, Agro Media.
- Kuswanto. 2005. Perubahan Kadar Senyawa Bioaktif Rimpang Temulawak Dalam Penyimpanan (*Curcuma xanthorrhizae roxb*). Fakultas Teknologi Pertanian, Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada
- Geankoplis C.J., 1993, "Transport Processes and Separation Process Principles", 4 ed., Pearson Education International, USA,
- Faleh Setia Budi dan Setia Budi Sasongko, 2009. Koefisien Transfer Massa Pada Proses Ekstraksi Kayu Manis (*Cinnamomum Burmanni*). Reaktor Vol 12 No 4. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang, hal 232-238
- Yuniwati, Murni. 2012. Ekstraksi Minyak Biji Kapuk Dalam Usaha Pemanfaatan Biji Kapuk Sebagai Sumber Nabati. Jurnal Teknologi Technoscientia Vol 4 No.2. Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- Atmaja Y., "Pembuatan Minuman Berprotein dengan cara Ekstraksi Protein dari Biji Kecipir", Skripsi Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya, 2007.
- Primata M., A. G., dan Imam M.N. 2012. Penentuan Koefisien Transfer Massa Ekstraksi Kalium dari Abu Batang Pisang. Mangkurat, Universitas Lambung.
- Tonnesen HH, Karlsen J. 1985. Studies On Curcumin and Curcuminoids Alkaline Degradation of Curcumin. Z.Lebens, Unters, Forsch.180 : 132-134
- SIDIK, MULYONO, DAN MUHTADI. 1997 .Temulawak . Seri Pustaka Tanaman Obat .Pp 90.